

## ニールセン橋吊材張力管理における各種誤差

愛知県 正員 浅野 登  
 瀧上工業(株) 正員 高木録郎  
 瀧上工業(株) 正員 〇尾関一成

### 1. まえがき

ニールセン橋では吊材が互いに交差しており、吊材相互の力のバランスが要求される。このため、施工時の吊材張力導入誤差の把握が重要な項目である。この発生する誤差としては、主桁組立寸法誤差、吊材長製作誤差、吊材材料特性誤差、設計計算誤差、測定誤差等があり、本稿ではそれらのうち、吊材張力測定時に含まれる主要な要因が誤差に及ぼす影響について施工体験から論じる。

### 2. 吊材張力測定誤差

現場での吊材張力測定には振動法が良く用いられている。この方法は加速度計や周波数分析器の精度向上により、能率的に精度よく測定できることは知られている。しかし、この場合の測定振動数から張力算定において、吊材曲げ剛性の評価や低張力域での測定値の評価等の問題を含み、誤差を生じさせる要因は多い。それらの誤差を以下に列記する。

#### (a) 曲げ剛性評価

吊材の曲げ剛性はケーブルを用いる場合、一般的に同径の棒鋼断面の剛性の1/2が、またロッドを用いる場合それ自身の断面剛性が張力算定に適用される。著者等が施工した橋梁(入鹿大橋:愛知県)では、ナイロン被覆のLCRケーブルを使用した場合、その慣用値では不都合な結果となった。施工前の工場振動実験で求められたケーブルの曲げ剛性はケーブル長と作用張力により、大きくなばらつきが見られ、上述の値に対して最大50%前後の誤差が出た。(表-1)

図-1では曲げ剛性の誤差がケーブル長と算定張力に与える影響を表している。短ケーブル程、低張力域での曲げ剛性の評価が重要であることが理解できる。同様のことが工場実験での張力-振動数の関係図でも示されている。(図-2)

短支間ニールセン橋に用いるロッドの吊材の施工例(歩道橋L=59.2m)での張力-振動数の関係図では、同様に短ケーブルで同様な現象が見られる。(図-3)

表-1 ケーブルの換算曲げ剛性

ケーブルの換算曲げ剛性 EI (t・m<sup>2</sup>)  
(振動実験より)

張力	5.035m	10.981m	17.959m	21.665m
5 t	10,765	12,988	—	—
10 t	11,040	10,342	13,720	9,615
20 t	12,840	11,040	13,309	12,290
30 t	11,880	12,461	8,250	11,529
40 t	—	10,059	10,603	10,877
(平均)	(11,681)	(11,378)	(11,471)	(11,077)

※ ① サンプルのケーブル諸元  
 LCR 60φナイロン被覆(3mm厚)  
 ② 換算曲げ剛性として EI=111 t・m<sup>2</sup>を用いた。  
 ③ 慣用値としての棒鋼の1/2の値は、  

$$EI' = 1/2 \times 2.1 \times 10^4 \times \frac{\pi \times 0.0614^4}{64} = 7.31 \text{ t} \cdot \text{m}^2$$
  
 (棒は実験値の6.14mmを用いた)

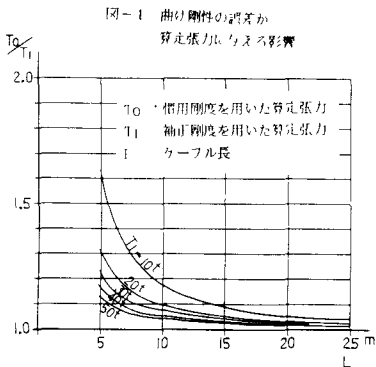
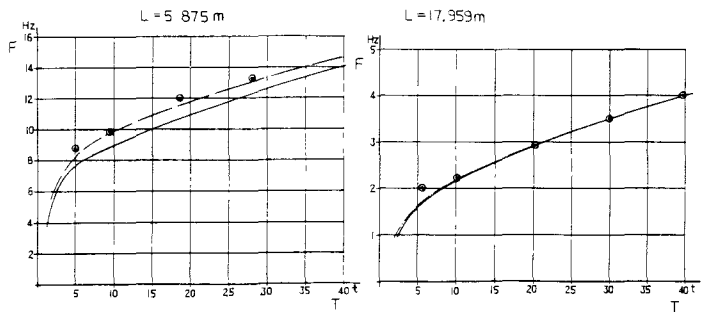


図-2 ケーブル(LCR, D60φ)の張力-振動数関係図(長短2例)



被覆ケーブルでは被覆材料がケーブル素線間の動きを拘束して、剛性を上げる傾向を示すであろうし、ロッド材料では張力調整用のターンバックル等の連結材が見かけ上の曲げ剛性低下の要因になっているようである。

尚、張力算定式は文献1)に示されている実用算定式を用いた。

$$C = \sqrt{\frac{EIc}{wl^4}} \quad \xi = \sqrt{\frac{T}{EIc}} \quad l \text{ とすると}$$

$$T = \frac{4w}{g} (fl)^2 \{0.857 - 10.89(\frac{C}{f})^2\} \quad (3 \leq \xi \leq 17)$$

$$T = \frac{4w}{g} (fl)^2 \{1 - 2.2(\frac{C}{f}) - 2(\frac{C}{f})^2\} \quad (\xi \geq 17)$$

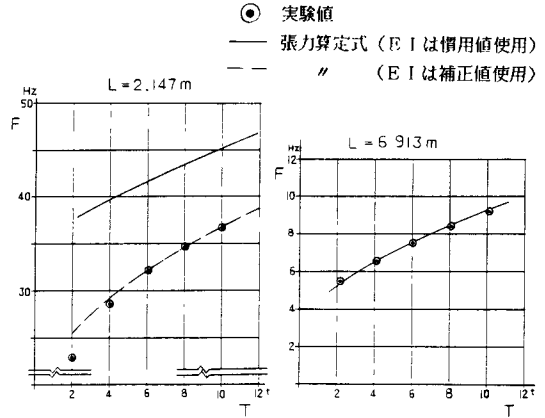


図-3 Rod (36φ)の張力-振動数関係図(長短2例)

(b) 低張力域における張力評価

ロッドのような剛な吊材では見られないが、ケーブルを用いた場合ケーブル長が長くなると低張力域での測定張力の評価が問題となる。この誤差の原因となるのが、ケーブルサクの影響、スパイラルロープの初期伸び(よりの戻りでの非線形伸び)(図-4)の影響と推定される。この低張力域では鋼桁のみでの作用張力の近傍であり、この評価が完成時での誤差につながる。

(c) 吊材部材長さ誤差

吊材の長さの管理は、ケーブルの場合製作工場での寸法精度がそのまま、現場での張力に反映される。ロッドの場合、ターンバックル等にて部材中間で調整するため部材長さは現場での管理となり、それが導入張力に現れる。ケーブルでは、部材製作誤差は最大10mm前後であり、算定張力誤差は2~3%であったがロッドでは部材長を調整するため10%を超えることがある。

(d) 測定機械の誤差

振動法での測定機械が測定値を表示する場合、数字の切捨て表示のため、張力換算で正值に対して、3~4%発生すると考えられた。このため、この誤差を測定時、どのように計算値に含ませるかが評価の課題である。

(e) 測定時部材温度の要因誤差

測定時、鋼桁や吊材の温度変化による吊材張力への影響は大きい。特にケーブルの場合は顕著であり、ケーブルと鋼桁の温度差が10°Cでは計算上、7~8%の張力誤差が発生することが判明した。特に黒色被覆のため、その影響が大と考え、測定は温度差のない時間帯の採用を痛感した。

3. まとめ

吊材の張力把握で、測定時のハード面からの発生誤差は振動法では無視出来ない量であると推定される。このため、その発生要因の追求が重要であり、施工例からそれらの誤差の大きさを述べたが、さらに設計上、構造上、施工上等のソフト面の誤差と併せて、正確な張力の把握が必要であることは言うまでもない。

参考文献：1) 新家・広中・頭井・西村：振動法によるケーブル張力の実用算定式について、土木学会論文報告集、第294号・1980年2月

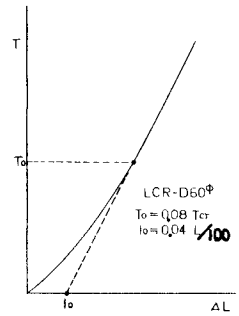


図-4 LCRの初期伸び